

(19) 日本国特許庁 (JP)

# (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 8 - 2 7 2 9 4 8

(43) 公開日 平成 8 年 (1996) 10 月 18 日

(51) Int. Cl. 6 識別記号 庁内整理番号 FI 技術表示箇所  
G 0 6 T 1/00 G 0 6 F 15/62 A  
7/00 3 8 0  
9061 - 5 H 15/70 3 3 0 Z

審査請求 未請求 請求項の数 2 6 O L

(全 2 2 頁)

(21) 出願番号 特願平 8 - 76985

(22) 出願日 平成 8 年 (1996) 3 月 29 日

(31) 優先権主張番号 95650010.2

(32) 優先日 1995 年 3 月 31 日

(33) 優先権主張国 アイルランド (I E)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地

(72) 発明者 スミス・アンソニー

アイルランド国、ダブリン 2、トリニティ

カレッジ、オリリー インスティテュー

ト、ヒタチ ヨーロッパ リミテッド ヒ

タチ ダブリン ラボラトリー、リサーチ

アンド ディベロプメント センター内

(72) 発明者 酒匂 裕

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 280 番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 富田 和子

最終頁に続く

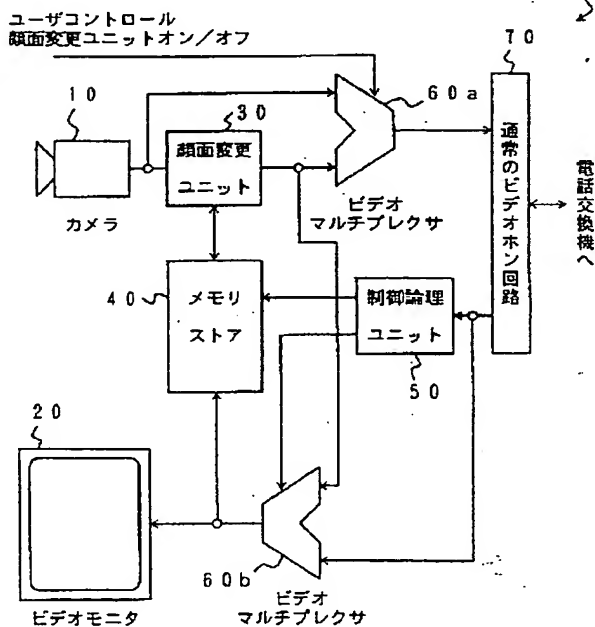
(54) 【発明の名称】 顔面イメージ処理方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明の目的は、より有効な多能出力を得るためイメージ信号の付加処理を行なう方法及び装置を提供することにある。

【解決手段】 カメラ (10) が主題の顔面イメージを捕捉し、ユニット (30) が特徴抽出データを含むトラッキング信号を発生する。メモリストア (40) に関連して、ユニット (30) は主題の顔面の特徴をもつ代用顔を表す出力信号を発生する。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】主題の顔面イメージ信号を受けるステップと、特徴抽出トラッキング信号を発生するステップと、該トラッキング信号を処理して処理出力信号を作るステップとを有するイメージ処理方法において、前記トラッキング信号処理ステップが、代用顔面を表すイメージ信号を発生するサブステップと、

トラッキング信号に従ってリアルタイムで前記代用顔面イメージ信号を修正して、主題の顔面の特徴をもつ代用顔面を表す出力信号を発生するサブステップとからなることを特徴とするイメージ処理方法。

【請求項 2】前記出力信号が、トラッキング信号に回答して更新イメージメモリ（406）から転送された画素値を重ね書きすることにより修正された出力イメージメモリ（402）から伝達されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】前記更新イメージメモリ（406）が、フレーム間の画素変更を記憶することを特徴とする請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】更新の転送が、更新イメージメモリ（406）のアドレスへのポインタを有するルックアップテーブル（404）に従って制御されることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の方法。

【請求項 5】前記トラッキング信号が、顔面特徴の位置的特徴を表す顔面特徴信号に変換されることを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 6】前記顔面特徴信号がベクトル信号であることを特徴とする請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】前記更新イメージメモリ（406）の画素変更データが、現在の特徴信号と前の特徴信号とを比較することにより選択されることを特徴とする請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】前記前の特徴信号が専用レジスタ（410）に記憶されることを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】前記更新イメージメモリ（406）が、3つのフィールドすなわち、データ要素の位置の表示、出力イメージメモリの位置のアドレスをもつ第 2 フィールド、及び画素のカラー値をもつ第 3 フィールドのデータ要素を記憶することを特徴とする請求項 2～8 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 10】前記代用顔面イメージ信号を発生するステップが、イメージメモリから初期イメージを検索するステップと、次に、トラッキング信号に従って前記初期イメージを更新するステップとからなることを特徴とする請求項 1～9 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 11】前記初期イメージが、初期化時に、初期イメージメモリ（407）から出力イメージメモリ（402）に転送されることを特徴とする請求項 10 に記載

の方法。

【請求項 12】前記トラッキング信号が、主題の顔面イメージ信号を H、S、V フォーマットで発生し、

該 H、S、V フォーマット信号の少なくとも 2 つの成分を帯域通過フィルタ（3102、3103）に通し、フィルタの出力信号を主題の顔面イメージ画素領域上にマッピングし、

10 フィルタの出力信号のマッピングに従って、画素領域内に特徴位置を決定することにより発生されることを特徴とする請求項 1～11 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 13】顔面領域（S1x、S1y、Shx、Shy）を最初に検出し、次に、検出された顔面領域内で口及び目の検出を行なうことを特徴とする請求項 12 に記載の方法。

【請求項 14】顔面領域を検出するのに、主題の顔面イメージ信号の H 成分及び S 成分のみを処理することを特徴とする請求項 13 に記載の方法。

20 【請求項 15】前記処理が、帯域通過濾過を行い、その後、フィルタ出力を画素領域上にマッピングすることからなることを特徴とする請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】前記口の検出が、検出した顔面領域内で主題のイメージ信号の S 成分及び V 成分を処理することにより行なわれることを特徴とする請求項 13～15 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 17】前記目の検出を行なうのに、主題のイメージ信号のうちの V 成分のみを処理することを特徴とする請求項 13～16 のいずれか 1 項に記載の方法。

30 【請求項 18】前記 V 成分が正規化され且つ目の検出が相関付けにより行なわれることを特徴とする請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】主題の顔面イメージ信号を受けるステップと、

前記顔面イメージ信号の特徴を抽出してトラッキング信号を発生するステップと、

該トラッキング信号を、主題の顔面の特徴の位置的特徴を表す顔面特徴信号に変形するステップと、初期代用イメージを出力イメージメモリ（402）に書き込むステップと、

40 更新イメージメモリ（406）から転送される画素値を重ね書きすることにより出力イメージメモリ（402）を修正するステップとを有し、前記転送が顔面特徴信号に回答して制御されることを特徴とするイメージ処理方法。

【請求項 20】主題の顔面イメージ信号を受ける手段（10）と、特徴抽出トラッキング信号を発生する手段（31、32）と、前記トラッキング信号を処理して処理出力信号を作る手段（40、32、33）とを有するイメージ処理装置（1）において、

50 前記トラッキング信号を処理する手段が、

代用顔面を表すイメージ信号を発生する手段と、  
トラッキング信号に従ってリアルタイムで前記代用顔面イメージ信号を修正して、主題の顔面の特徴をもつ代用顔面を表す出力信号を発生する手段とからなることを特徴とするイメージ処理装置。

【請求項21】前記処理手段が、出力イメージメモリ(402)と、更新イメージメモリ(406)と、トラッキング信号にตอบสนองして更新イメージメモリ(406)からの画素値を転送することにより前記出力イメージメモリ(402)を修正する手段(410、404、405)とからなることを特徴とする請求項20に記載のイメージ処理装置。

【請求項22】前記更新イメージメモリ(406)がフレーム間の画素変更を記憶することを特徴とする請求項21に記載のイメージ処理装置。

【請求項23】前記処理手段が、トラッキング信号を、顔面特徴の位置的特徴を表す顔面特徴信号に変換する手段(32)とからなることを特徴とする請求項20～22のいずれか1項に記載のイメージ処理装置。

【請求項24】前記顔面特徴信号がベクトル信号であることを特徴とする請求項23に記載のイメージ処理装置。

【請求項25】前記処理手段が、特徴データをモニタリングすることにより装置の作動中に学習し且つ次に特徴の確認の補助をすべくフィードバックする神経回路網デバイス(800)を備えていることを特徴とする請求項20～24のいずれか1項に記載のイメージ処理装置。

【請求項26】主題の顔面イメージ信号を受ける手段(10)と、

前記顔面イメージ信号の特徴を抽出してトラッキング信号を発生する手段(31)とを有し、

処理手段が、

該トラッキング信号を、主題の顔面の特徴の位置的特徴を表す顔面特徴信号に変形する手段(32)と、

出力イメージメモリ(402)と、

初期代用イメージを出力イメージメモリ(402)に書き込む手段(407)と、

更新イメージメモリ(406)と、

顔面特徴信号にตอบสนองして、画素値を、更新イメージメモリ(406)から出力イメージメモリ(402)に転送することにより出力イメージメモリ(402)を修正する手段とからなることを特徴とするイメージ処理装置(1)。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はイメージ処理方法及び装置に関し、より詳しくは、主題の顔面イメージ信号を受け、主題の顔面特徴の位置を表示する特徴抽出トラッキング信号を発生し、且つトラッキング信号を処理して処理信号出力を得ることができる方法及び装置に関する。

る。

【0002】

【従来の技術】1993年11月23日～25日に日本の大阪で開催されたコンピュータビジョンに関する1993年ACCVアジア会議(ACCV '93 Asian Conference on Computer vision)において頒布された長谷川等の論文「対話型視覚インターフェースのための無制約環境におけるリアルタイム顔面イメージ認識(Realtime Facial Image Recognition in Unconstrained Environment for Interactive Visual Interface)」(第763～766頁)には、目及び鼻等の特徴をエッジとして抽出する装置(システム)の概要が開示されている。特徴抽出トラッキング信号は、顔面特徴の統合のため又はアイコンタクトのモニタリングのため処理される。特徴抽出は特徴エッジのモニタリングを含むため、有効情報の量は制限されると思われる。上記論文には、いかにして装置が作動するかを説明する技術的情報は殆どないけれども、RGB色情報が計算されることは述べられている。一般に、RGBカラー情報を使用するとイメージ処理回路が高度に複雑化する。

【0003】1989年7月18日～20日にWarickで開催されたイメージ処理及びその応用に関する第3回国際会議(Third International Conference on Image Processing and its Applications)で頒布され且つIEEE会議刊行物第307号として刊行されたJ.F.S. Yau及びN.D. Duffyの論文「モデルベース型コーディングアプリケーションにおける運動パラメータ評価を行なう特徴トラッキング法(A Feature Tracking Method for Motion Parameter Estimation in a Model-Based Coding Application)」(第531～535頁)には、顔面トラッキング法が記載されている。この方法には、イメージシーケンスにより目、鼻及び口をトラッキングすることを含む第1フェーズがある。これは、第1フレーム内に顔面特徴を配置し、次に該顔面特徴をブロックサーチ技術及び符号表技術を用いて連続フレームに亘ってトラッキングすることにより達成される。第1トラッキングフェーズの結果は、時相軸(temporal axis)に沿うイメージシーケンスについての顔面特徴ボックスのトラジェクトリ(軌跡)の記述である。次に、運動パラメータ評価を含む第2フェーズがあり、これにより、各フレームについての顔面特徴ボックスの空間分布が解釈され、位置及び方向の評価が得られる。このようにして、顔面運動のダイナミクスが、3次元モデルベース型イメージコーディング方式に適用できるようにパラメータ化される。

【0004】出力信号は、特徴抽出情報をもつ顔面イメージを表す。この従来の方法は、ひとたび特徴のトラッキングを喪失するとこれを再配置することが困難であるため、使用に耐えられないと思われる。また、ボックスの相互関係はフレーム毎に分析されるため、処理は必然的に複雑になる。

【0005】日本国特許明細書第02141880号（グラフィック通信技術）には、イメージ信号を格子状領域に分割し、各領域を別々に分析する装置が開示されている。評価が単一イメージについて行なわれ且つフレームからフレームへの処理は行なわれず、装置の目的はイメージの顔を識別することにある。

【0006】日本国特許明細書第63142986号（NEC）には、口運動の検出によりイメージの顔面領域を検出する装置が開示されている。この装置の示唆する用途は、顔面のイメージを得て、該イメージを清潔な衣服の絵の上に重ねることである。従って、これらの装置では特徴抽出が制限され、このため殆ど多様性がない。

【0007】一般に、従来技術は、限定された特徴抽出、及び種々の用途についての非常に限定されたポスト抽出処理範囲を開示しているといえる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、より有効な多能出力を得るためイメージ信号の付加処理を行なう方法及び装置を提供することに関する。

【0009】本発明の他の目的は、これらの出力をリアルタイムで得ることにある。

【0010】本発明の更に別の目的は、イメージ処理方法を実施するのに必要なハードウェアの複雑さを抑えることにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、トラッキング信号発生後の処理ステップ、すなわち、代用顔面を表すイメージ信号を発生するサブステップと、トラッキング信号に従ってリアルタイムで前記代用顔面イメージ信号を修正して、主題の顔面の特徴をもつ代用顔面を表す出力信号を発生するサブステップとからなる処理ステップに特徴を有する。

【0012】この処理方法は高度の多能性を与える。例えばセキュリティの用途において、見る者を欺くために、リアルな代用顔面の信号を発生することができる。或いは、例えば映画プロダクションのために、動画化された顔を創成することができる。

【0013】一実施例では、出力信号は、トラッキング信号に応答して更新イメージメモリから転送された画素値を重ね書きすることにより修正された出力イメージメモリから伝達され、更新イメージメモリはフレーム間の画素変更を記憶することが好ましい。

【0014】他の実施例では、更新の転送が、更新イメージメモリのアドレスへのポインタを有するルックアップテーブルに従って制御される。

【0015】他の実施例では、トラッキング信号は、顔面特徴の位置的特徴を表す顔面特徴信号に変換され、好ましくは顔面特徴信号がベクトル信号であり、更新イメージメモリの画素変更データは、現在の特徴信号と前の特徴信号とを比較することにより選択される。理想的に

は、前の特徴信号は専用レジスタに記憶される。

【0016】他の実施例では、更新イメージメモリは、3つのフィールドすなわち、データ要素の位置の表示、出力イメージメモリの位置のアドレスをもつ第2フィールド、及び画素のカラー値をもつ第3フィールドのデータ要素を記憶する。

【0017】別の実施例では、代用顔面イメージ信号を発生するステップは、イメージメモリから初期イメージを検索するステップと、次に、トラッキング信号に従って前記初期イメージを更新するステップとからなり、好ましくは、初期イメージが、初期化時に、初期イメージメモリから出力イメージメモリに転送される。

【0018】一実施例では、トラッキング信号が、主題の顔面イメージ信号をH、S、Vフォーマットで発生し、該H、S、Vフォーマット信号の少なくとも2つの成分を帯域通過フィルタに通し、フィルタの出力信号を主題の顔面イメージ画素領域上にマッピングし、フィルタの出力信号のマッピングに従って、画素領域内に特徴位置を決定することにより発生される。

【0019】この実施例では、顔面領域を最初に検出し、次に、検出された顔面領域内で口及び目の検出を行なう。好ましくは、顔面領域を検出するのに、主題の顔面イメージ信号のH成分及びS成分のみを処理する。一実施例では、前記処理が、帯域通過濾過を行い、その後フィルタ出力を画素領域上にマッピングすることからなる。

【0020】他の実施例では、口の検出が、検出した顔面領域内で主題のイメージ信号のS成分及びV成分を処理することにより行なわれる。

【0021】好ましくは、目の検出を行なうのに、主題のイメージ信号のうちのV成分のみを処理する。他の実施例では、V成分が正規化され且つ目の検出が相関付けにより行なわれる。

【0022】他の態様によれば、本発明は、主題の顔面イメージ信号を受けるステップと、顔面イメージ信号の特徴を抽出してトラッキング信号を発生するステップと、該トラッキング信号を、主題の顔面の特徴の位置的特徴を表す顔面特徴信号に変形するステップと、初期代用イメージを出力イメージメモリに書き込むステップと、更新イメージメモリから転送される画素値を重ね書きすることにより出力イメージメモリを修正するステップとを有し、前記転送が顔面特徴信号に応答して制御されることを特徴とするイメージ処理方法を提供する。

【0023】更に別の態様によれば、本発明は、主題の顔面イメージ信号を受ける手段と、特徴抽出トラッキング信号を発生する手段と、前記トラッキング信号を処理して処理出力信号を作る手段とを有するイメージ処理装置において、前記トラッキング信号を処理する手段が、代用顔面を表すイメージ信号を発生する手段と、トラッキング信号に従ってリアルタイムで代用顔面イメージ信

号を修正して、主題の顔面の特徴をもつ代用顔面を表す出力信号を発生する手段とからなることを特徴とするイメージ処理装置を提供する。

【0024】一実施例では、前記処理手段は、出力イメージメモリと、更新イメージメモリと、トラッキング信号にตอบสนองして更新イメージメモリからの画素値を転送することにより前記出力イメージメモリを修正する手段とからなる。

【0025】理想的には、更新イメージメモリが、フレーム間の画素変更を記憶する。

【0026】他の実施例では、前記処理手段が、トラッキング信号を、顔面特徴の位置的特徴を表す顔面特徴信号に変換する手段とからなる。

【0027】別の実施例では、顔面特徴信号はベクトル信号である。

【0028】更に別の実施例では、前記処理手段が、特徴データをモニタリングすることにより装置の作動中に学習し且つ次に特徴の確認の補助をすべくフィードバックする神経回路網デバイスを備えている。

【0029】他の態様では、本発明は、主題の顔面イメージ信号を受ける手段と、顔面イメージ信号の特徴を抽出してトラッキング信号を発生する手段とを有し、処理手段が、該トラッキング信号を、主題の顔面の特徴の位置的特徴を表す顔面特徴信号に変形する手段と、出力イメージメモリと、初期代用イメージを出力イメージメモリに書き込む手段と、更新イメージメモリと、顔面特徴信号にตอบสนองして、画素値を、更新イメージメモリから出力イメージメモリに転送することにより出力イメージメモリを修正する手段とからなることを特徴とするイメージ処理装置を提供する。

【0030】

【発明の実施の形態】本発明は、添付図面に関連して述べる幾つかの実施例についての以下の説明からより明瞭に理解されよう。

【0031】図面特に図1を参照すると、本発明のイメージ処理装置の全体が参照番号1で示されている。装置1は、カメラ10と、出力デバイスすなわちビデオモニタ20とを有している。これらの両デバイス間に顔面変更ユニット30があり、該顔面変更ユニット30の入力はカメラ10に、出力はビデオマルチプレクサ60

(a)に接続されている。また、顔面変更ユニット30はビデオマルチプレクサ60(b)に出力信号を供給するように接続されており、ビデオマルチプレクサ60

(b)の出力はビデオモニタ20に接続されている。従って、顔面変更ユニット30の出力は、ビデオマルチプレクサ60(a)を介してビデオホインターフェース70に入力されるか、直接モニタ20に入力できる。装置1はまた、顔面変更ユニット30に接続されたメモリストア40を有している。メモリストア40は、ビデオホインターフェース70及び制御論理ユニット50を

介して、又はビデオマルチプレクサ60(b)から入力を受ける。また、カメラ10は、顔面変更ユニット30をバイパスしてビデオマルチプレクサ60(a)に接続されている。

【0032】簡単に説明すると、装置1の機能は、顔面イメージをリアルタイムで捕捉して、出力を直接モニタ20に供給するか、主題と同じ顔面表情をもつ代用顔面を表すイメージのビデオホインターフェース70を介して遠隔装置に供給する。このようにして、主題すなわちユーザは、彼(又は彼女)自身のイメージ又は代用イメージを出力するか否かを選択できる。代用顔面が選択されるとき、当該イメージは、これが好ましいイメージであれば、見る者が主題のイメージであると信じる「リアル」顔面のイメージである。従って、本発明は用途の範囲に高度の多能性を与え、例えば、主題の同一性(アイデンティティ)が秘密に保たれなくてはならないセキュリティ関連の用途にも使用できる。また、本発明は、所望ならば、動画化した顔面を出力することもできる。

【0033】装置1の構成及び作動について、より詳細に説明する。図2に示すように、顔面変更ユニット30は顔面構成部分検出ユニット31を有し、該ユニット31は、トラッキング信号、メモリーインターフェース32及びビデオ出力回路33を発生する。この図面から明らかなように、メモリストア40とのインターフェースは、顔面変更ユニット30の作動の切り離せない部分である。

【0034】顔面構成部分検出ユニット31は、カメラ10からの入力ビデオ信号を取り入れ、イメージを捕捉し、カラー領域モニタリングにより、口、目、瞳孔、眉等の顔面構成部分を検出し、且つこれらの位置をイメージ内に決定する。顔面構成部分検出ユニット31の出力は、顔面構成部分の1組の位置的パラメータをもつ特徴抽出トラッキング信号である。これらのパラメータとして、下記のものがある。

【0035】

MIx、MIy、Mhx、Mhy : ロボックスを特定  
SIx、SIy、Shx、Shy : 顔面ボックスを特定

LEx、LEy : 左目位置を特定  
REx、REy : 右目位置を特定  
RPx、RPy : 右瞳孔位置を特定  
RBx、RBy : 右眉位置を特定  
LPx、LPy : 左瞳孔位置を特定  
LBx、LBy : 左眉位置を特定

これらのパラメータが発生される方法を以下により詳細に説明する。

【0036】メモリーインターフェース32は位置パラメータを使用して1組の顔面特徴を発生し、これにより顔面特徴の位置及び方向が表現される。これらの顔面特徴として下記のものがある。

【0037】X方向の口の開き

Y方向の口の開き

X方向の顔面回転

Y方向の顔面回転

Z方向の顔面回転

水平位置での目の方向

垂直位置での目の方向

眉の垂直位置

\* メモリインターフェース32の構成が図3及び図4に示されており、ここには、種々の平均値回路、減算器回路、減算/除算回路及び乗算回路が使用される。受け入れた顔面構成部分の位置パラメータを顔面特徴に変換するメモリインターフェース32の種々の部品により次の機能が遂行される。

【0038】

\*

初期化パラメータ

$$\text{唇セパレーション} \cdot y = Mly - Mhy$$

$$\text{唇セパレーション} \cdot x = Mix - Mhx$$

$$\text{平均目} \cdot x = (LEx + REx) / 2$$

$$\text{平均目} \cdot y = (LEy + REy) / 2$$

$$\text{平均瞳孔} \cdot x = (LPx + RPx) / 2$$

$$\text{平均瞳孔} \cdot y = (LPy + RPy) / 2$$

$$\text{オフセット目} \cdot x = \text{平均目} \cdot x - \text{平均瞳孔} \cdot x$$

$$\text{オフセット目} \cdot y = \text{平均目} \cdot y - \text{平均瞳孔} \cdot y$$

$$\text{オフセット左眉} x = LBy - \text{平均目} \cdot y$$

$$\text{オフセット右眉} y = RBy - \text{平均目} \cdot y$$

オンラインパラメータ

$$\text{平均目} \cdot x = (LEx + REx) / 2$$

$$\text{平均目} \cdot y = (LEy + REy) / 2$$

$$\text{平均瞳孔} \cdot x = (LPx + RPx) / 2$$

$$\text{平均瞳孔} \cdot y = (LPy + RPy) / 2$$

$$\text{顔面中心} \cdot x = (S1x + Shx) / 2$$

$$\text{顔面中心} \cdot y = (S1y + Shy) / 2$$

$$\text{口中心} \cdot x = (Mix + Mhx) / 2$$

$$\text{口中心} \cdot y = (Mly + Mhy) / 2$$

$$\text{口関係} \cdot x = (\text{顔面中心} \cdot x - \text{口中心} \cdot x) / \text{ボックス幅}$$

$$\text{口関係} \cdot y = (\text{口中心} \cdot y - \text{顔面中心} \cdot y) / \text{ボックス高さ}$$

$$\text{目中心} \cdot x = (\text{顔面中心} \cdot x - \text{平均目} \cdot x) / \text{ボックス幅}$$

$$\text{目中心} \cdot y = (\text{顔面中心} \cdot y - \text{平均目} \cdot y) / \text{ボックス高さ}$$

$$\text{回転} \cdot z = (\text{平均目} \cdot x - \text{口中心} \cdot x) / 10$$

$$\text{回転} \cdot y = \text{定数} 1 * \text{口関係} \cdot y$$

$$\text{回転} \cdot x = \text{定数} 2 * \text{口関係} \cdot x$$

$$\text{左目} \cdot x = \text{右目} \cdot x = (\text{平均目} \cdot x - \text{平均瞳孔} \cdot x - \text{オフセ}$$

$$\text{ット目} \cdot x) * 10 / 4$$

$$\text{左目} \cdot y = \text{右目} \cdot y = (\text{平均瞳孔} \cdot y - \text{オフセット目} \cdot y)$$

$$* 10 / 12$$

$$\text{左眉} = \text{左眉} \cdot y - \text{平均目} \cdot y - \text{オフセット左眉}$$

$$\text{右眉} = \text{右眉} \cdot y - \text{平均目} \cdot y - \text{オフセット右眉}$$

$$\text{口開度} \cdot x = (Mix - Mhx - \text{唇分離} \cdot x) / \text{ボックス幅}$$

$$\text{口開度} \cdot y = (Mly - Mhy - \text{唇分離} \cdot y) / \text{ボックス高さ}$$

オンラインパラメータを用いて計算される最後の9つの変数(下線項目)は顔面ベクトルを構成する。顔面ベクトルは、メモリインターフェース32からメモリストア40に伝達され、ここで、顔面ベクトルは代用顔面の出力イメージを構成するのに使用される。代用顔面は、今度はメモリインターフェース32により受けられ且つビデオ出力回路33により出力される。

【0039】図5に示すように、ビデオ出力回路33は、デジタルイメージデータを、ビデオモニタへの出力のためのアナログビデオ信号に変換する。これは、変換器3301を用いて行なわれる。この実施例では出力はRGBであるが、任意の所望のビデオ出力フォーマットを設けることができることは理解されよう。

50 【0040】メモリストア40は、メモリインターフェ

ース32から顔面ベクトル信号を受け且つ主題の顔面特徴をもつ代用顔面を表す出力イメージ信号を発生するものであり、装置1の極めて重要な部品である。図6に示すように、メモリストア40は、出力イメージメモリ402と、初期イメージメモリ407と、更新すなわち画素変更イメージメモリ406とを有する。更に、メモリストア40は、ルックアップテーブル(LUT)404とレジスタ410とを有し、これらの両者は、顔面ベクトル信号を受けるためメモリインターフェース32に接続されている。ルックアップテーブル404はカウンタ405に接続され、該カウンタは更新イメージメモリ406に接続されている。更新イメージメモリ406は、出力イメージメモリ402のアドレス信号を発生するマルチプレクサ401に接続されている。更新イメージメモリ406はまた、出力イメージメモリ402にデータ信号を供給するマルチプレクサ408に接続されている。アドレス発生器409もマルチプレクサ401に接続されている。更にメモリストア40は、イメージデータの伝達及び受信を行なうマルチプレクサ403を有している。

【0041】作動に際し、異なるリアル代用顔面及び／又は動画化された代用顔面の種々の初期イメージが初期イメージメモリ407に記憶される。更新イメージメモリ406は、2つのフレーム間の画素変更に関するデータを記憶する。作動の本質上、イメージはメモリストア40からランダムに選択されないこと、及び任意の個々のイメージの後に少数組のイメージの1つが続くことが考えられる。従って、1つの初期イメージから出発して、フレームからフレームへとどの画素が変更されたかを簡単に特定することにより他の全てのイメージを構成できる。このアプローチは、可能性のあるあらゆるイメージを単に記憶するよりもメモリ条件が非常に少ないという大きな長所を有する。

【0042】作動に際し、アドレス発生器は、初期イメージを出力イメージメモリ402にロードすることにより、出力イメージメモリ402を初期イメージで初期化する。マルチプレクサ401、408は、制御信号Cntr13、Cntr14及びCntr15を用いて、初期イメージを、初期イメージメモリ407から出力イメージメモリ402にロードする。最初に、アドレス発生器409には初期イメージメモリ407のスタート位置がロードされ、全てのデータが初期イメージメモリから出力イメージメモリ402に転送されるまで、アドレス発生器409は、CLKを用いて全ての画素アドレスを発生する。初期化後、更新イメージメモリ406により、後の全てのイメージデータが与えられる。更新イメージメモリ406に記憶されたデータは、データ要素(各データ要素は3つのフィールドを有する)を有している。最初のフィールドは単一ビットの大きさであり、且つ現在のデータがイメージを更新するための連続画素

のうちの最後の画素であるか否かを表示するのに使用される。256×256のイメージが使用される場合には、第2フィールドは16ビットの大きさの画素アドレスである。第3フィールドは24ビットの大きさであり、画素のRGBカラー値を表す。

【0043】レジスタ410には時間Tについて顔面ベクトルが記憶される。現在の顔面ベクトル及びTについて顔面ベクトルは、2つの顔面ベクトル間の特定画素変更が記憶される更新イメージメモリ406の位置へのポインタを含むルックアップテーブル404のアドレスを形成する。更新すべき画素のスタートへのポインタは、最初に、更新イメージメモリ406へのアドレスとして使用されるカウンタ405にロードされる。

【0044】ルックアップテーブル404が更新イメージメモリ406の位置への表示をするとき、この位置でのデータ要素が検索され、且つ第2フィールドが、制御信号Cntr15により制御されるマルチプレクサ401を介して出力イメージメモリ402のアドレスバスに送られる。同様に、第3フィールドのデータが、制御信号Cntr13により制御されるマルチプレクサ408を介して出力イメージメモリ402のデータバスに送られる。制御信号Cntr11を使用して、この状態を書き込むように出力イメージメモリ402を設定する。次にカウンタ405が増分され、「1」に設定された第1フィールドのビットに出会うまで、このプロセスが反復される。このビットは、出力イメージメモリ402の全ての画素が更新されたことを表示すべく、装置1の制御論理ユニット50に制御信号を供給する。この時点で、アドレス発生器409が出力イメージメモリ402の第1画素に初期化され、次に、このイメージがイメージメモリ404からメモリインターフェース32に読み出されるように増分される。制御信号Cntr11は読取りサイクルを表示するのに使用され、マルチプレクサ401、403は、制御信号Cntr12、Cntr15を用いて、データがメモリインターフェース32に出力されるように設定される。

【0045】メモリストア40が作動する方法、より詳しくは、画素変更のみが使用されるという事実から、非常に小さなメモリでよいことが理解されよう。また、この特徴により高速処理ができ且つリアルタイムで作動できる。

【0046】ここで図7を参照すると、顔面構成部分検出ユニット31がより詳細に示されている。上記のように、該ユニット31の機能は、顔面ベクトルを発生させるべくメモリインターフェース32により使用される顔面構成部分位置パラメータの値をもつ特徴抽出トラッキング信号を供給することである。顔面構成部分検出ユニット31は、異なる5つの特徴抽出トラッキング信号、すなわちA、B、C、D、Eを供給する。

【0047】A出力は口の座標を表し且つ次のデバイス

により供給される。

【0048】帯域通過デバイス3102

クロップ画像(crop picture)デバイス3110

平滑化デバイス3111

XY射影デバイス3112

最大値見出しデバイス3113

境界ボックスサーチデバイス3114

出力Bは顔面ボックスを特定し且つ次のデバイスにより供給される。

【0049】帯域通過デバイス3103

XY射影デバイス3107

最大値見出しデバイス3108

境界ボックスサーチデバイス3109

クロップ画像デバイス3104、最大値/最小値見出しデバイス3105及び濃度階調正規化デバイス3106は、残りの出力C、D及びEの前処理正規化を行なう。出力Cは、左右の目の位置を表し且つアイテンプレートと最小値検出デバイス3116とを相関付けるデバイス3115により供給される。

【0050】出力Dは右側の瞳孔及び眉を特定し且つ右目検出デバイス3117により供給される。最後に、出力Eは、左側の瞳孔及び眉の位置を表し且つ左目検出デバイス3118により発生される。

【0051】変換器3101は、入力としてビデオ信号(RGB、合成等)を取り入れ且つHSVカラー領域内に表される色のデジタル値を出力する。この出力は帯域通過デバイス3102、3103及び前処理正規化デバイス3104~3106に導かれる。帯域通過デバイス3102は口色を検出し且つ帯域通過デバイス3103は肌色を検出する。肌色検出信号は顔面位置検出デバイス3107、3108及び3109に導かれ、該デバイスはイメージ中に顔面位置を与えるボックスを作る。顔面ボックス座標は口位置検出デバイス3110~3114に導かれ、該デバイスは、顔面ボックス領域をサーチしてイメージ中に口の位置を決定する。もちろん、口位置が顔面ボックス内に見出されるように考えることもできる。

【0052】前処理正規化デバイス3104~3106は、このイメージを目位置検出デバイス3115、3116及び瞳孔及び眉位置検出デバイス3117、3118に出力する前に、顔面ボックス中の画素を正規化する。この目的は、目位置検出の相関付けの結果の精度を高めることにある。目位置検出デバイス3115、3116は、正規化されたイメージの顔面領域と予め記憶されているアイテンプレートとを相関付けて目の位置を決定し、且つイメージ中に目位置を特定する2つのX、Y座標を作る。これらの目位置座標は瞳孔及び眉位置検出デバイス3117、3118に導かれ、該デバイスはこれらの座標を使用し、各目についての瞳孔及び眉位置を

得るため後処理される各目の回りの領域を得る。ユニット31の作動の重要な特徴は、帯域通過デバイスが、H、Vデータを透過して、肌及び顔面のカラーテンプレートに存在することが証明されているデータのみを透過するように作動することである。

【0053】ここで図8~図23の種々の図面を参照して、デバイス3101~3118をより詳細に説明する。

【0054】図8に示すように、カラー変換デバイス3101は、各R、G及びB成分についてのAD変換器(ADC)と、ルックアップテーブル(LUT)とを有しており、これらは全てRGB/HSVルックアップテーブルに接続されている。この変換には、当業者に知られた幾つかの異なる実施方法がある。

【0055】入力段は、S及びV成分が口検出フィルタ3102に向けられ且つH及びS成分が顔面検出フィルタ3103に向けられる構成を有する。かくして、これらの一連の各回路は2つの成分のみを処理すればよく、従って非常に簡単である。本質的に波長データであるH(色相)とS(彩度)との組合せは肌の検出に特に有効であることが判明している。また、S及びV(明度)成分は、既に識別された顔面(肌)領域内の口領域を判定するのに特に有効である。

【0056】帯域通過デバイス3102の目的は、S、Vデータを透過し且つ口のカラーテンプレートに存在することが証明されているデータのみを透過させることである。デバイス3102は図9に回路形態で示されており且つルックアップテーブルとして実施される。これは、オフラインプログラミングされるSRAMで構成できるし、或いはプロダクションプログラミングされるPROMで構成することもできる。デバイス3102は、顔面領域の検出を行なうフィルタ3103と同じ構造を有している。

【0057】一連の口及び顔面処理回路の各々について、H、S及びV成分のうちの2つの成分を受け入れる上記特徴は重要である。これにより、一般に従来のR、G、B装置に必要とされている非常に大きいメモリを用いる必要性及び背景射影する必要性をなくすることができる。その代わり、帯域通過フィルタ3102、3103が使用される。2つの成分(口領域についてはS、V及び顔面についてはHS)がルックアップテーブルのアドレスを形成し、ルックアップテーブルは各アドレスの値を記憶する。テーブルの値は、口及び顔面の基準パターンによりオフラインで発生される。値は、その最も簡単な態様で、特定S、V又はH、Sの組合せについてYES又はNO表示を与えるビットレベルにすることができる。XY射影デバイス3112、3107は、検索されたテーブル値を画素領域上にマッピングし且つXY射影を発生することにより、次の基本的処理ステップを遂行する。ひとたびこれがなされると、次の最大限度見出し

10

20

30

40

50



ステップ及び境界ボックスサーチステップを容易に実施できる。

【0058】 簡単化するため、画素領域についての帯域通過濾過及びXY射影は基本的ステップであり、簡単な回路により実施できる。また、下流側ステップは非常に容易に実施できる。

【0059】 クロップ画像デバイス3110の目的は、該デバイスがデバイス3109から顔面領域情報を受けるときに、イメージ処理の仕事を顔面位置検出セクションにより決定される領域のみに限定することにある。このようにするには2つの理由がある。第1の理由は、僅かのイメージが処理されるに過ぎないため、所与の時間内に処理できるフレーム数を増大できるからである。第2の理由は、画像の他の部分の明るい光源のような外部の影響及びランダムなバックグラウンドノイズによる影響を受けることなく、正規化のような局部的作動を顔面領域のみにに行い得るからである。これにより、アイトラッキングのような仕事の精度を高める。

【0060】 図11に示す平滑化デバイス3111の目的は、デバイス3112～3114によるイメージ処理を進行させるときの口位置検出を補助することにある。顔面位置検出段(3107～3109)及び口位置検出段(3110～3114)は、幾つかの共通仕事すなわちXY射影、最大値見出し及び境界ボックスサーチを共有する。しかしながら、口位置検出段は、顔面位置検出段には示されていない2つの特別な仕事、すなわちクロップ画像及び平滑化を有している。クロップ画像デバイス3110の目的は前述の通りである。顔面位置検出段に平滑化が存在しない理由は、顔面について行なわれる仕事は顔面構成部分の識別及び位置決めにあるからである。これは、顔面が入カイメージにおいて大きな領域を占めることを意味する。あらゆるイメージ処理の仕事において、例えばアナログデータ/デジタルデータの変換の不正確さ、外部光源からのストロボ効果、ガラスからの偏光等の種々の要因による一定レベルのバックグラウンドノイズがある。これらは、処理されるイメージにノイズを付加する。顔面領域の検出において、肌は入カイメージの大きな割合を占めるので、肌に属するものと識別されるかなりの数の画素がある。従って、バックグラウンドノイズは、顔面位置検出から得られる結果に殆ど又は全く影響を与えない。しかしながら、口は非常に小さな領域を占めるため、口位置検出段から正しい結果を得ることに関しバックグラウンドノイズは非常に大きい影響を与えるであろう。口画素が肌画素と間違えられる(及びこの逆の)蓋然性が高く且つ口領域の検出に影響を与える。しかしながら、顔面位置検出の場合には、口領域が顔面領域内にあるので、口画素が肌画素と間違えられる事実が、実際には顔面領域の位置決めに役立つ。しかしながら、口位置の検出には逆のことがいえる。この問題の解決を補助するため、イメージは、イメージ処

理ステップを更に遂行する前に平滑化される。バックグラウンドノイズは事実上ランダムでありイメージ上にランダムに生じると考えられるのに対し、口画素の認識は単一領域に高度に集中される。領域全体に亘って平均化することにより、認識が高度に集中される領域を増強すると同時に、バックグラウンドノイズの効果が低減される。デバイス3111より後の原理は、 $8 \times 8$  領域内の全ての画素を平均化し且つこの結果を中央の画素位置に定めることである。この回路の作動及びその基礎となる原理は当業者に理解されよう。この結果得られるイメージは入カイメージを平滑化したものである。

【0061】 平滑化されたイメージには、デバイス3112～3114、すなわちXY射影、最大値見出し及び境界ボックスサーチにより更にイメージ処理の仕事が行なわれる。これらのデバイスは、顔面検出段のデバイス3107～3109と同様に機能し、以下に詳細に説明する。デバイス3114からの出力は、入カイメージ内の口が位置する領域を形成するボックスを表示する信号である。

【0062】 図12に示すデバイス3107の目的は、デバイス3103から出力されたイメージにXY射影して、画素領域上にフィルタ出力を有効にマッピングすることにある。デバイス3107は同じ態様で作動する2つのセクションに分割でき、左側のセクションはX射影データを評価し、右側のセクションはY射影データを評価する。この回路は、X射影データの記憶に使用される $256 \times 16$ ビットSRAMと、SRAMのデータバスにアービトラートアクセスするマルチプレクサと、SRAMのアドレスバスにアービトラートアクセスするマルチプレクサと、射影データに加算を遂行する加算器と、中間データ記憶として機能するレジスタとを有している。この回路は次のように機能する。SRAMは、全てのビットをゼロに設定すること、すなわち、あらゆるXY射影の開始時にクリアすることが考えられるけれども、この機能は図示されていない。また、最大イメージサイズは $256 \times 256$ 画素であるが、当業者には、この回路をより大きなイメージの処理に適合させることが可能である。画素データはI/P画素データを介して回路に入力され、各画素のアドレスは行加算器及び列加算器を介して入力される。行加算器信号がSRAMに影響を与え且つSRAMから加算器にデータを読み込むことができるように両方向バッファを構成すべくセレクトラインを設定することが考えられる。行加算器は、現在のX射影値をSRAMから加算器回路に読み込む。加算器は、SRAMからのデータと一緒にI/P画素データのデータを加算し且つこの結果をレジスタに入れる。次に、両方向バッファを、レジスタからのデータをSRAMに書き込み、新しい結果を記憶するように構成する。次に、次の画素値が回路に入力され、新しい行加算器信号を使用して適当なX記憶位置をセレクトする。このプ

ロセスは、イメージ中の全ての画素が処理されるまで反復される。セレクトスイッチを切り換えることにより、外部行加算器がSRAMに影響を与えることができるようにすれば、最終X射影値を読み取ることができる。Y射影の作動はX射影と平行して行なわれる。

【0063】図13に示すデバイス3108の目的は、X射影データ及びY射影データの最大値を見出して、顔面領域内にあるX位置及びY位置を見出すことができるようにすることにある。デバイス3108は、互いに平行して処理し且つ同じ態様で作動する2つのセクションに分割できる。この回路の基本的原理は、CMP（比較器）を用いて、各最終射影値とレジスタAに記憶された最大値とを比較することである。射影データ値の方がレジスタAの値より大きい場合には、レジスタAに新しい値が記憶されると同時に、レジスタBには列アドレスが記憶される。XY射影デバイス3107からのデータは連続的に読み取られ且つレジスタA及びCMPに影響を与え、一方、射影値のアドレスがレジスタBに影響を与える。レジスタAの出力もCMPに出力され、該CMPでレジスタAの内容と射影Xの値とが比較される。この結果、射影値の方がレジスタAの内容より大きい場合には、画像CLKに関連する信号が発生され、該信号はレジスタAに新しいデータ値をロードすると同時に画素のアドレスをレジスタBにロードする。このプロセスは、X（Y）射影値について反復される。レジスタA、Bに残っている値は、最大射影値及びこれが生じる位置を示す。

【0064】図14に示すデバイス3109の目的は、肌領域を包囲する境界ボックスの限界を決定することにある。この領域は、次のイメージ処理仕事に使用される。この回路は2つの同じセクションに分割でき、左側は境界を見出すセクション、右側はY境界を見出すセクションである。この回路はデバイス3108からの情報、すなわち最大Xの位置、最大X、最大Y位置及び最大Yを使用する。回路を作動すると、最大Xを用いたXデータの閾値XTH及び最大Yを用いたYデータの閾値YTHが得られる。これは、最大X（Y）に、1より小さい定数を掛けることにより達成される。この定数（乗数）はXデータとYデータとで異ならせることができる。次の段は下方境界を決定することにある。最大X位置でスタートし且つその位置を反復して減分（decrementing）すると同時に、この新しい位置でのX射影データが閾値XTHより小さいか否かをチェックすることにより、X射影データが閾値を下回る点を見出すことができる。これが、Xの下方境界である。最大X位置でスタートし且つその位置を反復して増分（incrementing）すると同時に、この新しい位置でのX射影データが閾値XTHより小さいか否かをチェックすることにより、X射影データが閾値を下回る点を見出すことができる。これが、Xの上方境界である。Y境

界の計算も同様な態様で行なわれる。回路の作動は次の通りである。MULTにおいて、デバイス3108からの最大Xデータに定数を掛け、その計算結果（XTH）がCMPに導かれ、ここで、1/P射影Xデータからの全てのデータがXTHと比較される。最大Xの位置の値（これもデバイス3108から得られる）は、デバイス50から生じるロード信号を用いてカウンタにロードされる。また、デバイス50は、RSAフリップフロップ及びRSBフリップフロップをリセット状態にリセットする制御信号RST1及びRST2を供給する。これは、デバイス3107での最終X射影値を探索するアドレスを与える。デバイス3107のマルチプレクサは、外部行加算器からのアドレスからのアドレスがSRAMに影響を与えるようにセットされる。このようにして、X射影データの値がSRAMからデバイス3109に読み取ることができる。デバイス3107からのデータは1/P射影Xデータに到達し、ここでXTHの値と比較される。1/P射影XデータがXTHより小さいことを比較器（CMP）の結果が示す場合には、RSフリップフロップRSA、RSBを設定位置に入れる信号が発生される。両フリップフロップRSAが設定状態に置かれる点を閾値を超えたことを比較器（CMP）が示すまで、カウンタのアドレスが減分される。フリップフロップからの信号は、レジスタAに、Xの下方境界を表示する現在のカウンタ値をロードするのに使用される。次に、カウンタには、再びロード信号を使用して最大Xの位置がロードされる。このとき、カウンタを減分する代わりに、カウンタは、データが再び閾値XTHを超えるまで増分される。このとき、RSBフリップフロップはセット状態に置かれ、RSBフリップフロップの出力はレジスタBにカウンタの値（この値は、このときXの上方境界を表示する）をロードする。Y射影の値についての作動も同じである。このプロセスの終時に、デバイス50からの制御信号RST1、RST2を用いてフリップフロップRSA、RSBがリセットされ、次のフレームでもこのプロセスが反復される。

【0065】この段では、顔面領域の境界ボックスが発見され予備チェックを行なうことができる。ボックス領域が極めて小さく、20画素より小さい程度であることが判明した場合には、イメージ内に顔面はなく、口及び目を見出すイメージ処理の仕事の続行を中止できる。

【0066】前処理正規化セクションは、デバイス3104～3106を使用している。前処理正規化セクションの目的は、相関付けを行なう前にイメージを正規化して、結果の精度を高めることにある。このセクションはカラー情報に関してイメージ処理を行なわず、濃度階調イメージに関してイメージ処理を行なう。HSVビデオ規格のビデオ信号は、入力イメージの濃度階調表示である。

【0067】図10に示すクロップデバイス3104の

目的は、イメージ処理仕事を、イメージ全体ではなく顔面位置検出セクションにより決定される領域のみに制限することにある。このようにする目的は前述した通りである。

【0068】最大値／最小値検出デバイス3105が図15の回路形態に示されている。このデバイスの目的は、イメージ内の最大及び最小画素値を見出すことにある。この情報はイメージ処理段で使用するべきものである。デバイス3105は、2つのレジスタ（レジスタA及びレジスタB）と、2つの比較器（CMP A及びCMP B）とを有する。レジスタA及びCMP Aは最大値を見出すのに使用されるのに対し、レジスタB及びCMP Bは最小値を見出すのに使用される。入力イメージからの画素データは、画素データ入力を介して連続的に入力される。データは両レジスタ及び両比較器に影響を与える。レジスタAは最大値についての一時的記憶領域として使用され、これに対しレジスタBは最小値についての一時的記憶領域として使用される。各フレームの開始時に、制御信号（CLR）を介してユニット50により、レジスタAは0に且つレジスタBは255にセットされなくてはならない。レジスタAの出力はCMP Aに入力され、ここで入力データと比較される。入力データがレジスタAに記憶されたデータより大きいことを比較器（CMP）Aが示す場合には、比較器は、入力画素データをレジスタAにロードするロード信号を発生する。比較器（CMP）Bからの結果がレジスタBに記憶されたデータより小さいことを示す場合には、最小値は、ロード信号を発生する比較器に同じ原理を使用する。入力イメージの全ての画素が回路を通して処理された後は、MAX VALUEで最大値が得られ且つMIN VALUEで最小値が得られる。次の入力イメージが処理される前に、レジスタはそれぞれの値に初期化されなくてはならない。

【0069】図16には、濃度階調正規化デバイス3106が回路の形態で示されている。この段の目的は、入力イメージが全範囲の可能値すなわち0～255を使用するように入力イメージを変換する。デバイス3105はイメージを処理し且つ最大値を見出した。8ビットの濃度階調表示では、可能最小値は0であり、可能最大値は255である。しかしながら、デバイス3105からの結果は、フレームからフレームへと見出される最大値及び最小値が可能最大値及び最小値とはならないことを示すであろう。従って、入力イメージが全範囲の値に適合するように入力イメージを変化させる方法を考えるのが有効である。最も簡単な方法は、図16に示すようなルックアップテーブル31068であり、8ビット入力及び8ビット出力に対して256×8ビットメモリを必要とする。最大値及び最小値はフレーム毎に変化するもので、このルックアップテーブルもフレーム毎にプログラミングしなければならない。ルックアップテーブルをブ

ログラミングするアルゴリズムは次の通りである。

【0070】 $255 \leq x < \text{最大}$  係数（x）= 255

$\text{最大} \leq x \leq \text{最小}$  係数（x）=（整数）（ $255 \times (\text{x} - \text{最小}) / (\text{最大} - \text{最小})$ ）

$\text{最小} < x \leq 0$  係数（x）= 0

ここで、値「最大」及び「最小」は、デバイス3105により計算された最大値及び最小値をいう。最大及び最小は0と255との間の値であって、 $\text{最大} > \text{最小}$ でなくてはならない。図16は、デバイス3106の回路がデバイス31061～31069で構成されていることを示している。この回路は2つの作動モードを有している。第1作動モードはルックアップテーブルの係数が計算される作動モードであり、第2作動モードは、これらの係数により入力イメージを正規化出力イメージに変換する作動モードである。部品31061～31067には、SRAM31068に記憶される係数を計算することが含まれる。データは、セレクト制御信号を正しい状態に設定することにより、画素データがアドレスとしてSRAMに影響を与えることができるようにすることによって変形される。各フレームのスタート時に、LUT（ルックアップテーブル）の全ての位置がゼロに設定され、最小値が、部品31061として示すカウンタにロードされる。最大値と一緒に最小値がデバイス3105から得られる。カウンタは、制御論理ユニット50からのロード制御信号を用いてロードされる。カウンタの出力は比較器（CMP）に入力され、該CMPはカウンタ値と最大値とを比較する。カウンタの値が最大値より大きい場合には、全ての係数がルックアップテーブルにロードされていること、及び正規化プロセスをスタートできることを示す。比較器（CMP）は、制御ユニット50に送られる「FINISHED」と命名される制御信号を出力する。係数の計算は3つのステップに分割される。第1ステップでは、2つの計算が平行して行なわれる。すなわち、

（a）最小値-x ここで、xは現在のカウンタの値である。

【0071】（b）最大値-最小値

次に、

（c）定数x（1の結果） 部品31066を使用する。

【0072】次に、

（d）（3の結果）／（2の結果） 部品31067を使用する。

【0073】定数の値は255に設定される。マルチプレクサ（MUX）は、カウンタの出力がSRAMのアドレスバスに影響を与えることができるように設定される。SRAMへのR/Wラインが書き込みを行なうように設定することにより、除算部品31067からの結果が、カウンタ31061により特定された場所でSRAMに書き込まれる。次にカウンタが増分され、且つ全て

の係数が計算され且つSRAMに記憶されたことを比較器(CMP)が表示するまでこのプロセスが反復される。この時点で、ルックアップテーブルは入力イメージを正規化する。セレクト信号は、画素データがSRAMのアドレスバスに影響を与えることができるように切り換えられ且つR/W制御信号が読取りに切り換えられる。次に入力イメージがSRAMに与えられ、ここで、入力イメージがルックアップテーブルにより変形され且つ正規化画素データ段に出力される。全ての画素が変形されると、カウンタには再び最小値がロードされ、全てのLUT位置がゼロに設定され且つこのプロセスが反復される。

【0074】前処理正規化セクションの出力は、更に2つのセクション、すなわち、目の位置を見出す目位置検出段と、瞳孔及び眉位置を見出す瞳孔及び眉位置検出段とに導かれる。

数1

$$\bar{P}(x, y) = \sum_{i=-8}^{i=7} \sum_{j=-8}^{j=7} (P(x+i, y+j) - T(i, j))^2$$

【0078】ここで、Pは入力イメージ、Tはテンプレートイメージ、x及びyは入力イメージ内の位置インジケータである。この式は、出力イメージにおける各画素について計算される。

【0079】アルゴリズムは、入力イメージの画素とテンプレートイメージの画素との全ての差異の2乗を計算する。入力イメージとテンプレートイメージとが同一で

数2

$$\bar{P}(x, y) = \sum_{i=-8}^{i=7} \sum_{j=-8}^{j=7} (P(x+i, y+j)^2 + T(i, j)^2 - P(x+i, y+j)T(i, j))$$

【0082】ここで、 $T(i, j)^2$ は定数、 $P(i, j)^2$ は入力イメージの2乗された全ての画素の合計であり、 $P(i, j)T(i, j)$ は、入力イメージの全ての画素とテンプレート画素の対応する画素との乗算及び合計である。

【0083】アルゴリズムは幾つかのステップに分割でき、これらの幾つかは平行して遂行できる。

【0084】(1)  $(i, j)^2 = m$ を計算する。

【0085】(2)  $P(i, j)T(i, j)$ を計算する。

【0086】(3) (2)に $T(i, j)^2$ を加える。ここで、 $T(i, j)^2$ はオフラインで計算できる定数である。

【0087】(4) (3)から(2)を引く。

【0088】これにより、計算が4つの基本ステップに減少される。

\* 【0075】目位置検出段は2つのデバイス、すなわち、アイテンプレート相関付けデバイス3115及び最小値見出しデバイス3116とを有している。目位置検出は、一回目は左目用テンプレートを使用し、二回目は右目用テンプレートを使用して2回処理される。

【0076】図17には、アイテンプレート相関付けデバイス3115が回路の形態で示されている。該デバイス3115の目的は、入力イメージを、左右の目イメージについて予め記憶された幾つかのテンプレートに相関付けることにある。右目相関関係からゼロに最も近い結果は右目の位置を表示し且つ左目相関関係からゼロに最も近い結果は左目位置を表示する。相関関係付け回路は、4ビットの精度のみを用いて、整数算術を行なう次の数学的関数を実行する。

【0077】

\* 【数1】

※ ある場合には、結果はゼロとなり且つその結果はビット数を付加することにより高められるけれども、より複雑なハードウェアの実施を必要とする。

【0080】式(1)は、次式を満たすのに必要な基本イメージ処理ステップを示すため簡単化できる。

【0081】

※ 【数2】

【0089】デバイス3115は部品31151~31156を有している。部品31151及び31153は、16×16ビットの相関器、 $P(i, j)T(i, j)$ を実行する部品31151、及び $P(i, j)^2$ を実行する部品31153である。部品31152は、相関付ける前に、入力イメージ画素値をこれらの2乗値に変換するルックアップテーブルとして使用される256×8ビットSRAMである。これは、相関付けプロセスを通じて数値的精度が維持されるようにするのに必要である。

【0090】相関付けから得られる結果は最小値見出しデバイス3116に入力され、該デバイスにおいて、最小値及び最小値の位置が見出される。デバイス3116の回路が図18に示されている。図18から分かるように、デバイス3116はデバイス3108と同様であり、両回路の作動は同一である。

【0091】目位置検出段は、多数のアイテンプレートとを相関付けて最良の相関値を見出すことができるように拡大できる。この形式の装置の実施は、当業者には明らかであろう。

【0092】目位置検出装置からの最終出力は、入力イメージに左目の位置及び右目の位置を定める2つの画素位置（ $LE_x$ 、 $LE_y$ ）及び（ $RE_x$ 、 $RE_y$ ）である。

【0093】右目検出及び左目検出を行なうデバイス3117、3118（図19）が瞳孔及び眉位置検出段を構成する。瞳孔及び眉位置検出段の目的は、デバイス3106からの平滑化されたイメージと一緒にデバイス3116から得られる目の座標（ $LE_x$ 、 $LE_y$ ）及び（ $RE_x$ 、 $RE_y$ ）を使用して左右両目についての瞳孔及び眉の位置を見出すことである。

【0094】図19には、右目検出デバイス3117が回路の形態で示されている。デバイス3117は部品31171～31175からなる。クロップ画像として知られる第1部品は、中央画素として右目座標（ $RE_x$ 、 $RE_y$ ）を用いて、関心領域を得るのに使用される。次に、このサブイメージは、サブイメージにX射影を行なうX射影として知られている部品31172に出力される。部品31172を実施する回路が図21に示されている。部品31172の機能は、デバイス3107の機能と同一である。

【0095】デバイス31172からのデータは平滑化デバイス31173に導かれ、ここで、X射影データがサブイメージの最上行から最下行に平滑化される。デバイス31173を実施する回路が図20に示されている。この回路の原理は、4つの画素値について連続入力流れを平均化して、出力が平均化された画素の流れとなるようにすることである。平均化するため、画素がレジスタに記憶され、その出力が加算器に供給される。加算器からの結果は、次に、シフタに出力され、該シフタは、4で割ったものに相当する2つの場所だけ、この結果を右方にシフトする。次に、次の画素が回路に入力され且つ第1レジスタに記憶される。これと平行して、前に記憶されたデータがレジスタ連鎖に沿ってシフトされる。次に、新しい平均が計算され且つ出力される。このプロセスは、全てのX射影データが平滑化されるまで反復される。

【0096】次に、部品31173からの平均化されたX射影データがデバイス31174に導かれる。このデバイスの目的は、平均化されたX射影データを最上行の値から最下行の値までサーチし、データに最大ピークを見出すことにある。このピークは眉のy座標位置に一致する。部品31174を実施する回路が図22に示されている。この回路の原理は、第（N+1）番目のデータ値が第N番目のデータ値より小さくなる位置を位置決めすることにある。なぜならば、これは、ピークに遭遇し

たことを示すからである。第（N+1）番目及び第N番目のデータ値はレジスタにより供給され、該レジスタの出力は比較器に供給される。この比較器は前記データ値を比較して、第（N+1）番目のデータ値が第N番目のデータ値より小さいときにRSフリップフロップにセット信号を出力する。RSフリップフロップは、画素値及び画素が生じる位置を記憶する2つのレジスタにロード信号を発するのに使用される。このデータは眉のy位置（ $RBy$ ）を表す。この $RBy$ 位置は $RE_x$ と同じであると考えられる。これにより、今や眉の位置は（ $RB_x$ 、 $RBy$ ）に位置していることになる。

【0097】最小値見出し部品31175の目的は瞳孔の位置を見出すことにある。これは、正規化されたイメージの最小値を見出すことにより行なわれる。部品31175を実施するのに使用される回路が図23に示されている。この回路の作動はデバイス3108、3113の作動と同じであるので説明しない。この回路の出力は右目の瞳孔の座標（ $RP_x$ 、 $RP_y$ ）である。

【0098】部品3118はデバイス3117と同様であるが、部品3118が左目の座標（ $LE_x$ 、 $LE_y$ ）を用いてイメージをクロップする点で異なっている。

【0099】ここで図24を参照すると、全体を参照番号80で示す別の構成の装置が示されている。この装置80は、付加デバイス800を有している点で装置1とは異なっている。該装置800の目的は顔面変更ユニット30からの出力を分析して、付加情報をメモリストア40（該メモリストアの目的は代用イメージを作ることにある）に供給することにある。デバイス80は、神経回路網すなわちHidden Markov Modelとして実施でき、且つ2つの作動フェーズすなわち学習及び想起を有している。学習フェーズでは、デバイス80は、顔面変更ユニット30及び外部ガイダンスから得られるデータを使用して、カメラ20からの入力イメージをデバイス800（該デバイスは、笑顔、渋い顔等の特殊な表情の組に属する入力イメージの確率を表す）の出力にマップする。1つの出力は1つの特定表情を表す。第2作動フェーズすなわち想起フェーズでは、リアルタイムパラメータが顔面変更ユニット30からデバイス800へと供給され、入力イメージが表す最もありそうな表情が評価される。この情報は、顔面変更ユニット30からのパラメータと一緒にメモリストア40に入力され、該メモリストア40は、この情報を使用して適当な出力イメージを構成する。

【0100】本発明は、上記特定実施例に限定されるものではない。例えば、種々の制御回路を用いて出力イメージメモリを変更するか、できればソフトウェアのみで変更することができる。また、いずれかの関連従来技術による方法でRGB信号を処理することにより、特徴抽出トラッキング信号を発生させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明のイメージ処理装置を示す概略図である。

【図 2】イメージ処理装置の顔面変更ユニットをより詳細に示す図面である。

【図 3】顔面変更ユニットの部品をより詳細に示す図面である。

【図 4】顔面変更ユニットの部品をより詳細に示す図面である。

【図 5】顔面変更ユニットの部品をより詳細に示す図面である。

【図 6】イメージ処理装置のメモリストアを示す概略図である。

【図 7】イメージ処理装置の顔面構成部分検出ユニットの構成を示す総括図である。

【図 8】イメージ処理装置の顔面変更ユニットの部品を示す図面である。

【図 9】イメージ処理装置の顔面変更ユニットの部品を示す図面である。

【図 10】イメージ処理装置の顔面変更ユニットの部品を示す図面である。

【図 11】イメージ処理装置の顔面変更ユニットの部品を示す図面である。

【図 12】イメージ処理装置の顔面変更ユニットの部品を示す図面である。

【図 13】イメージ処理装置の顔面変更ユニットの部品を示す図面である。

【図 14】イメージ処理装置の顔面変更ユニットの部品を示す図面である。

【図 15】イメージ処理装置の顔面変更ユニットの部品を示す図面である。

【図 16】イメージ処理装置の顔面変更ユニットの部品を示す図面である。

【図 17】イメージ処理装置の顔面変更ユニットの部品を示す図面である。

【図 18】イメージ処理装置の顔面変更ユニットの部品を示す図面である。

【図 19】イメージ処理装置の顔面変更ユニットの部品を示す図面である。

【図 20】イメージ処理装置の顔面変更ユニットの部品

を示す図面である。

【図 21】イメージ処理装置の顔面変更ユニットの部品を示す図面である。

【図 22】イメージ処理装置の顔面変更ユニットの部品を示す図面である。

【図 23】イメージ処理装置の顔面変更ユニットの部品を示す図面である。

【図 24】本発明のイメージ処理装置の他の構造を示す概略図である。

10

【符号の説明】

1 イメージ処理装置

10 カメラ

20 ビデオモニタ

30 顔面変更ユニット

40 メモリストア

50 制御論理ユニット

60a ビデオマルチプレクサ

60b ビデオマルチプレクサ

70 ビデオホンインターフェース

20

80 他の実施例によるイメージ処理装置

800 神経回路網デバイス

3101 カラー変換デバイス

3102 帯域通過デバイス

3103 帯域通過デバイス

3104 クロップ画像デバイス

3105 最大値/最小値見出しデバイス

3106 濃度階調正規化デバイス

3107 X Y 射影デバイス

3108 最大値見出しデバイス

30

3109 境界ボックスサーチデバイス

3110 クロップ画像デバイス

3111 平滑化デバイス

3112 X Y 射影デバイス

3113 最大値見出しデバイス

3114 境界ボックスサーチデバイス

3115 アイテンプレート相関付けデバイス

3116 最小値見出しデバイス

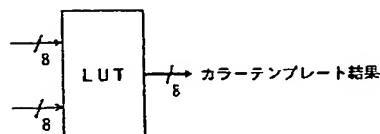
3117 右目検出デバイス

3118 左目検出デバイス

【図 9】

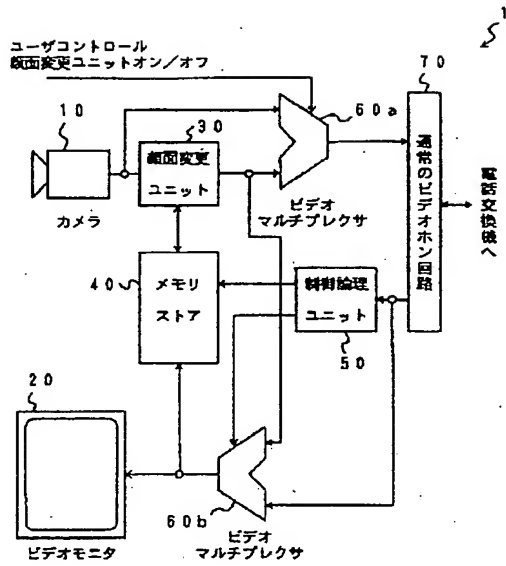
図 9

3102, 3103



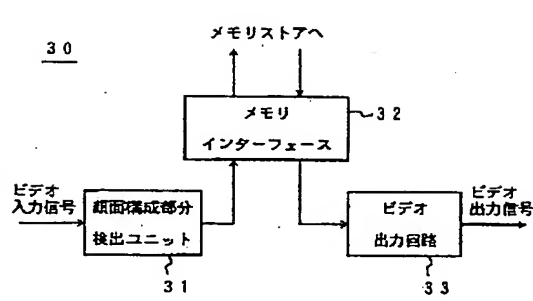
【図1】

図 1



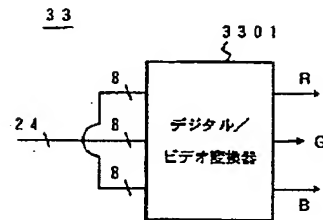
【図2】

図 2



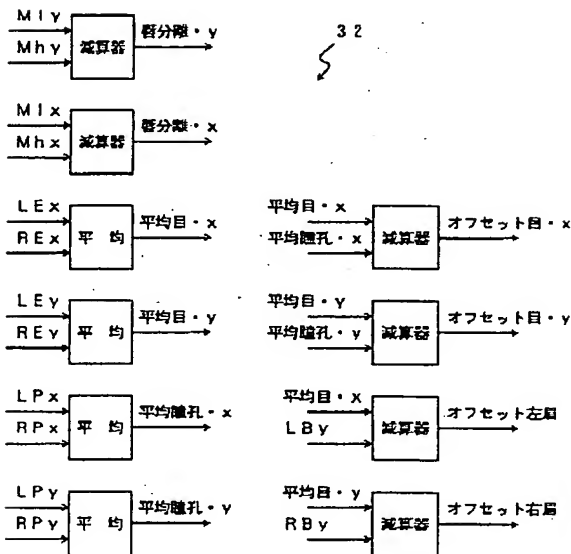
【図5】

図 5

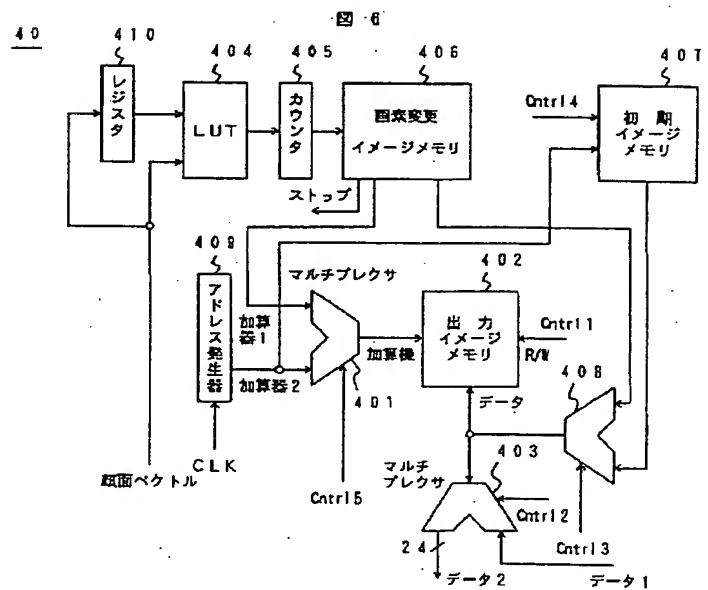


【図3】

図 3

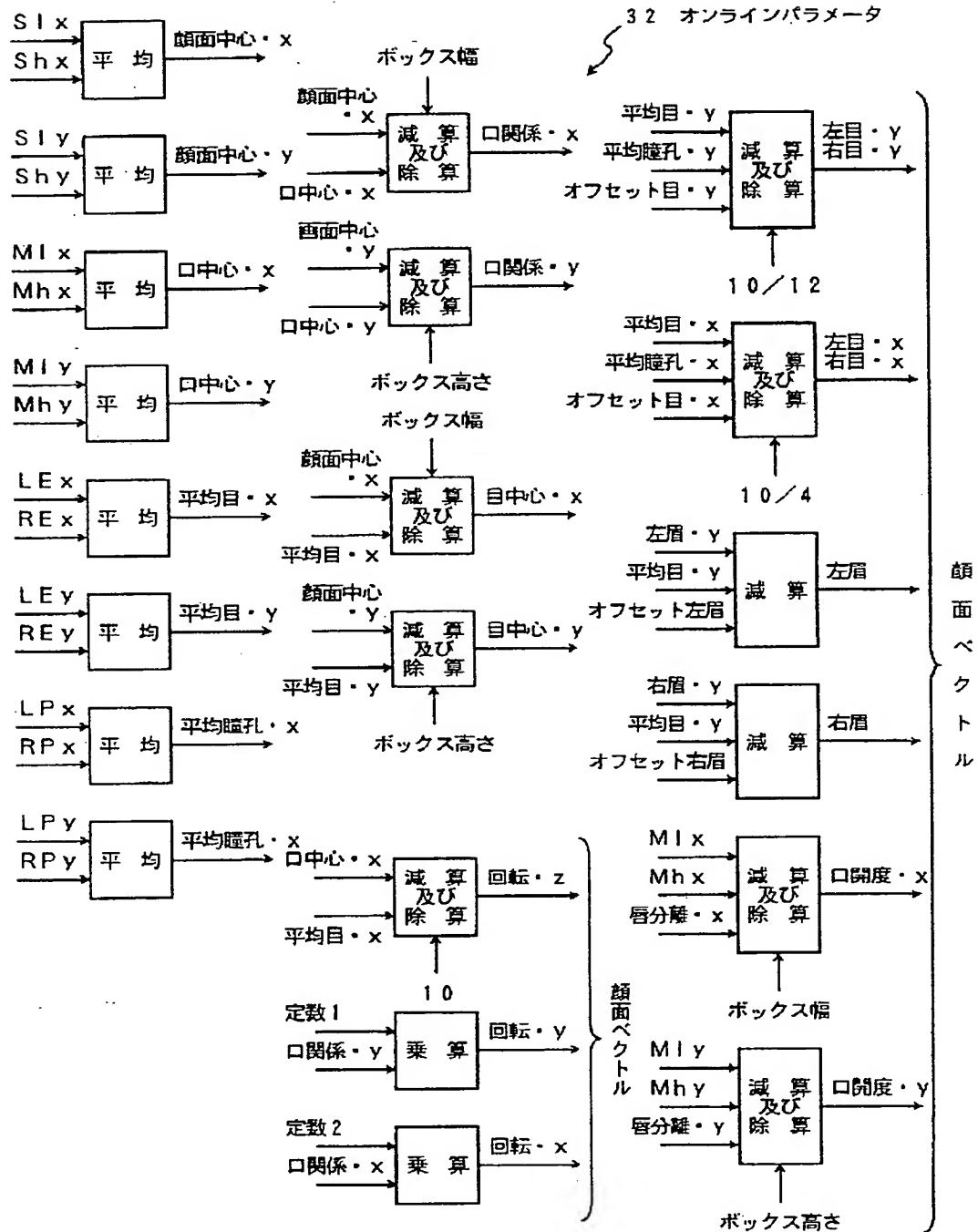


【図6】



【図4】

図 4



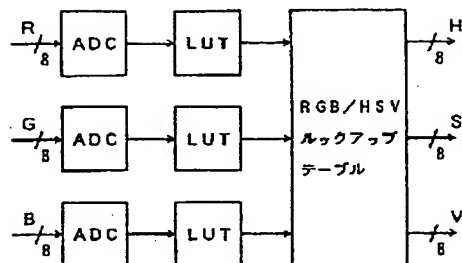




【図8】

図 8

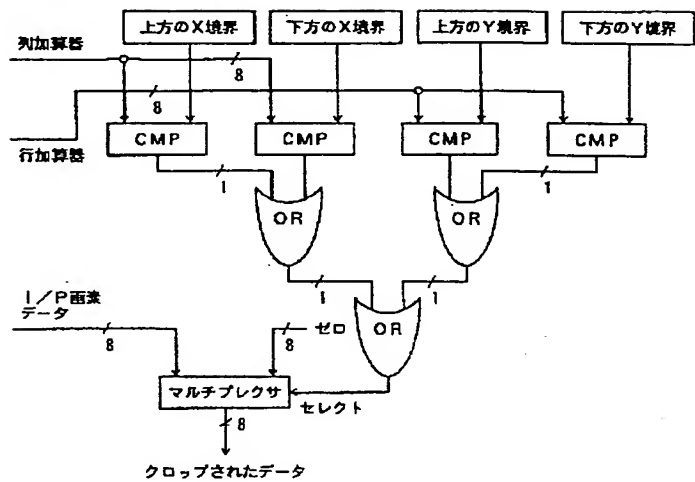
3101



【図10】

図10

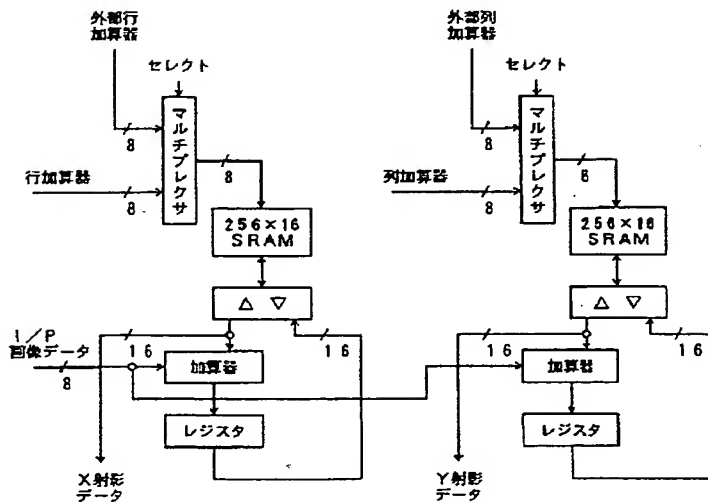
3110, 3104



【図12】

図12

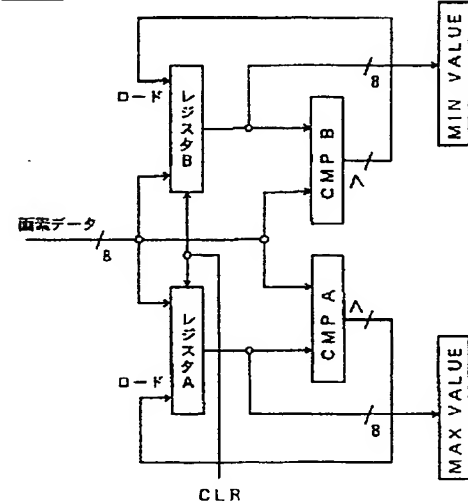
3107, 3112



【図15】

図15

3105



【図11】

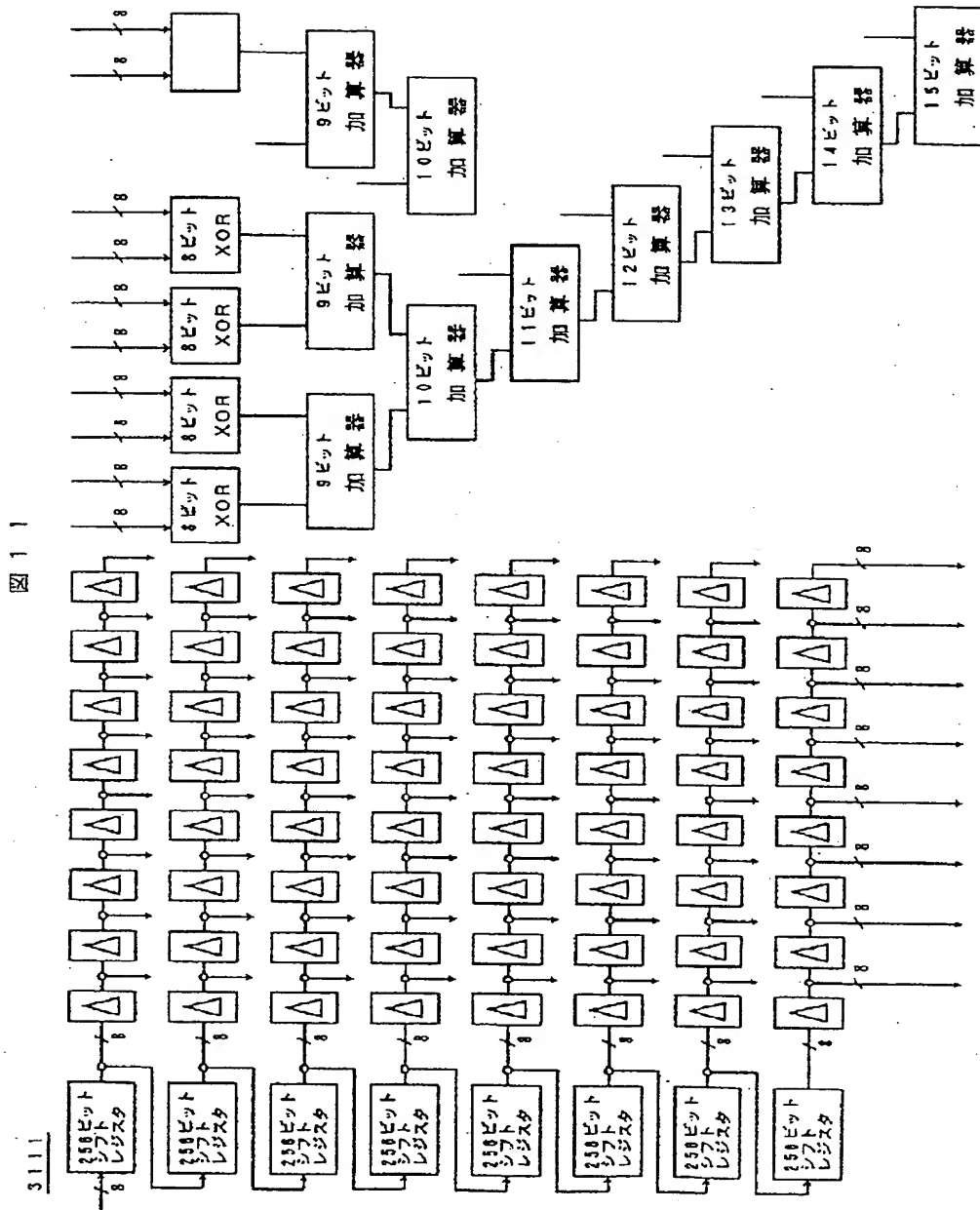
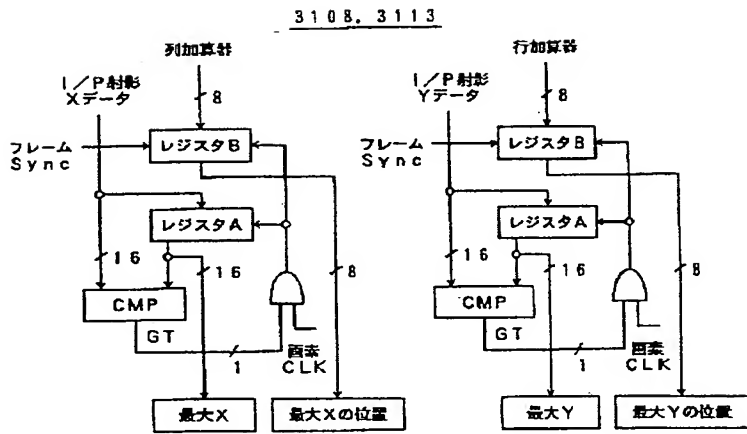


図 11

3111

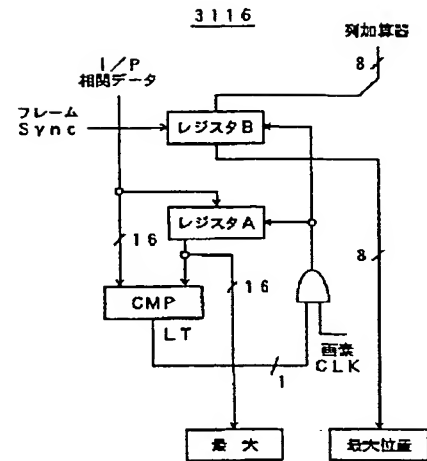
【図13】

図13



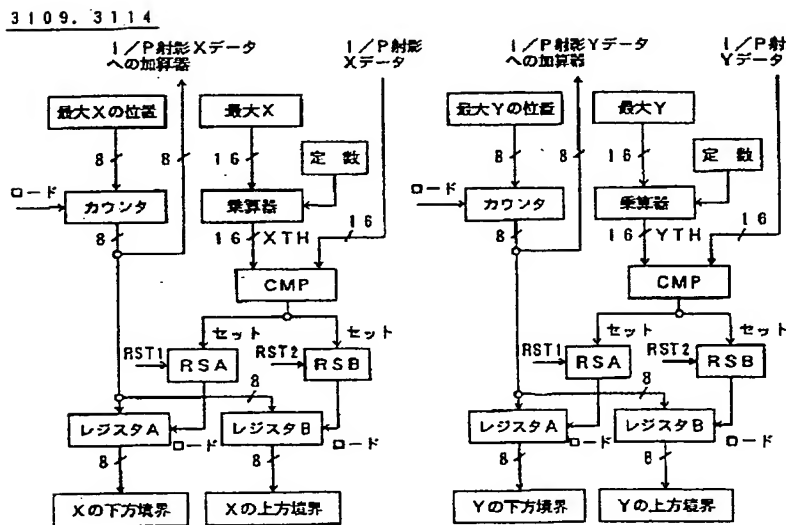
【図18】

図18



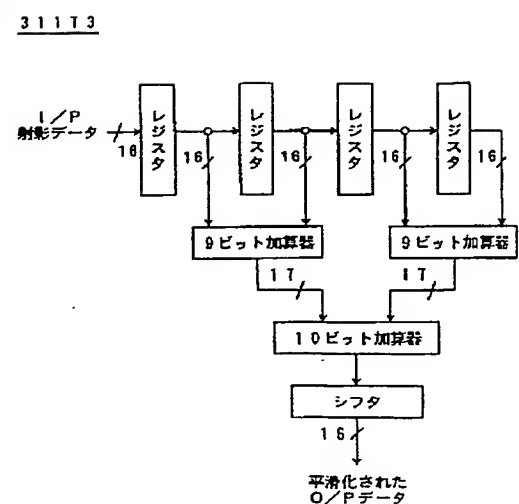
【図14】

図14



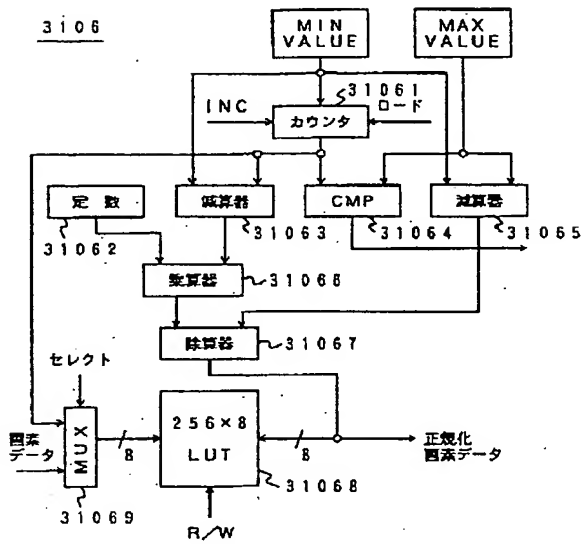
【図20】

図20



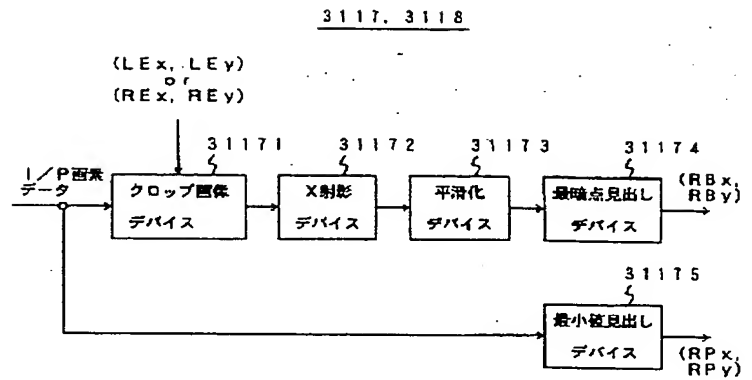
【図16】

図16



【図19】

図19

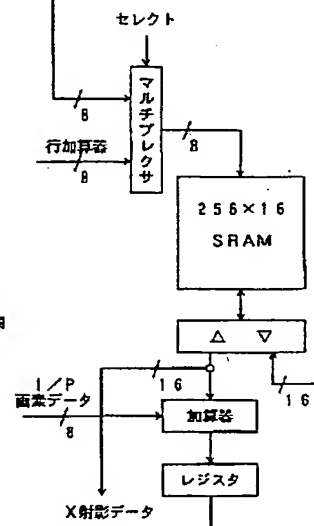


【図21】

図21

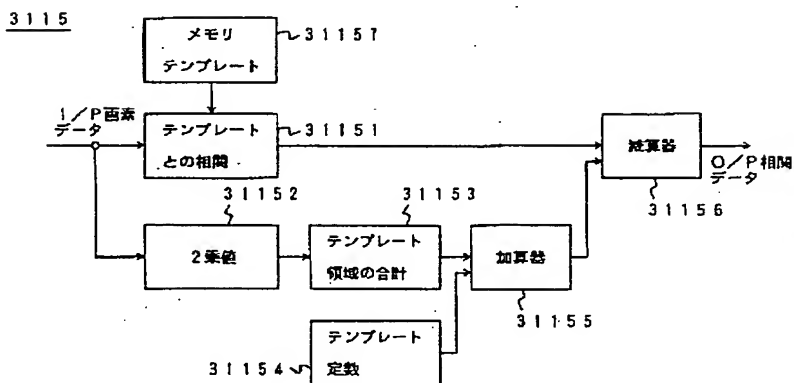
31172

外部行加算器



【図17】

図17



【圖 23】

图 2-3

3 1 1 7 5

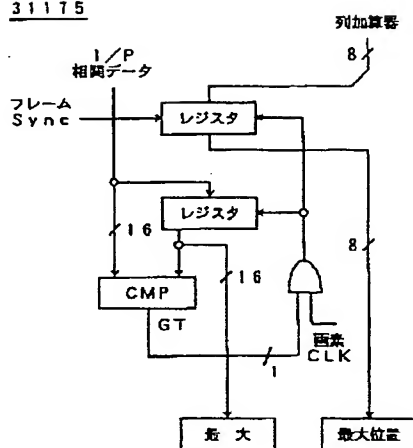
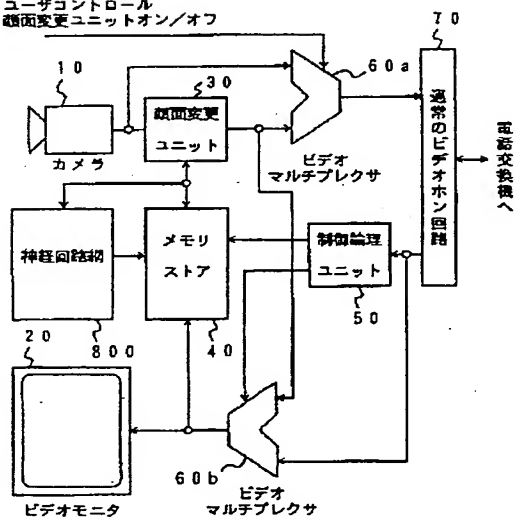


图 24

ユーザコントロール  
顔面変更ユニットオン/オフ



(72)発明者 サザランド・アリスト

(72) 発明者 阿部 正博

アイルランド国、ダブリン2、トリニティ  
 カレッジ、オリリー インスティテュー  
 ト、ヒタチ ヨーロッパ リミテッド ヒ  
 タチ ダブリン ラボラトリー、リサーチ  
 アンド ディベロプメント センター内